

# PENGARUH TEGANGAN PANEL SURYA TERHADAP NILAI TEGANGAN INDUKTOR SEBAGAI REKAYASA ENERGI ALTERNATIF

Endah Fitriani<sup>1</sup>, Normaliaty Fithri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Electrica Engineering Departement , Bina Darma University, Palembang, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>endahfitriani@binadarma.ac.id, <sup>2</sup>normaliaty@binadarma.ac.id

## Abstract

*Electromagnetic induction can be produced from the inductor winding. The number of turns affects the magnetic field produced, which is directly proportional to the input voltage applied to the coil. In this study, the output voltage of the solar cell as input to the primary coil of the inductor. Changes in the solar cell voltage affect the magnitude of the magnetic field so that it affects the amount of voltage flowing in the inductor. The effect of the intensity of the amount of sunlight received by the solar panel affects the voltage generated by the solar panel, so that when the solar panel receives higher heat, the voltage generated is also higher. So that the voltage received by the inductor is also getting bigger. An inductor with a total of 600 turns is able to turn on the lights wirelessly compared to a coil with a small number of turns. By using a voltage from the solar cell of 13.22 V and the number of turns of 600 turns, it is able to turn on a lamp with a power of 5 Watt, 10 Watt, 15 Watt and 20 Watt with a power transfer distance of 5 cm.*

**Keywords:** Solar Cell, Inductor, Magnetic Field

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu teknologi nirkabel (wireless) yang kedepan kehadirannya dapat memberikan manfaat adalah nirkabel (wireless) yang direkayasa penggunaannya dengan inovasi energi alternatif yaitu pada pengimplementasian pengisian daya pada lampu sehingga lampu dapat hidup (on) tanpa penggunaan pengkabelan. Beberapa penelitian tentang wireless transfer energi dengan menggunakan lilitan induktor antara lain : Aziz , telah membahas pada penelitiannya dengan judul “A Study on Wireless Power Transfer Using Tesla Coil Technique”, sesuai dengan judulnya peneliti ini melakukan transmisi daya dengan teknik tesla coil. Fokus penelitian ini adalah menjelaskan tentang pengaruh jumlah lilitan dapat mempengaruhi tingkat efisiensi dan jarak transmisi daya, pada penelitiannya peneliti membuat dan membandingkan tiga buah coil pada sisi penerima dengan jumlah lilitan yang berbeda, hasil dari penelitiannya bahwa pada jumlah lilitan yang terbanyak dapat melakukan transmisi daya yang lebih jauh [1] . Pratama telah membahas penelitiannya yang berjudul “Desain Sistem Transfer Energi Nirkabel Berbasis Tesla Coil” , peneliti membuat prototype Tesla Coil dengan menggunakan transistor C1970 dan receiver menggunakan rangkaian LC. Dari hasil penelitian merancang coil yang telah dilakukan sebelumnya, penulis

mengusulkan untuk menggunakan solar cell sebagai sumber daya untuk membangkitkan energi listrik pada lilitan induktor dan mengukur pengaruh tegangan solar cell terhadap tegangan yang dihasilkan oleh induktor [2]

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Blok Diagram Penelitian

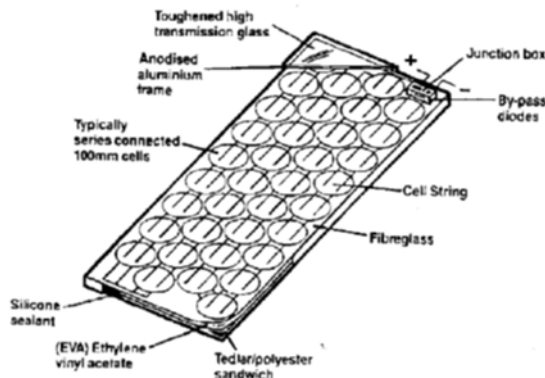


Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

Penelitian dimulai dengan menyusun pembangkit listrik tenaga surya yang selanjutnya akan dilanjutkan dengan pembuatan rangkaian tesla coil yang akan digunakan dalam mengukur besarnya pengaruh dari lilitan induktor dalam proses transfer daya secara wireless.

### 2.2. Panel Surya

Pada umumnya modul surya mampu bertahan 20 hingga 25 tahun, khususnya untuk modul mono-crystalline. Modul tipe ini dirancang untuk masa operasi 30 tahun pada saat perancangan dengan acuan kondisi lab-test. Sel-sel silikon itu sendiri tidak mengalami kerusakan atau degradasi bahkan setelah puluhan tahun pemakaian.



Gambar 2. Konfigurasi sebuah modul fotovoltaik.

Sumber : Iman Permana: 2008; 37

Degradasi ini diakibatkan oleh dua factor utama, rusaknya lapisan atas sel (ethylene vnyil acetate-EVA) dan lapisan bawah (polyvinyl fluoride film) secara perlahan-lahan, serta kerusakan secara alami EVA yang terjadi secara bertahap di antara lapisan gelas dan sel-sel itu sendiri. [3].

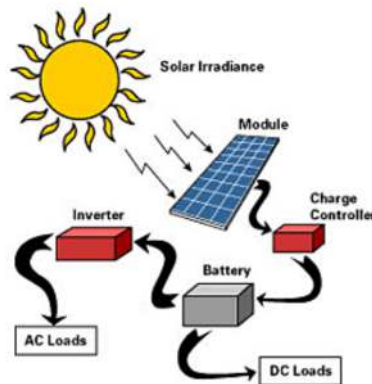
### Cara Kerja Sel Surya

Prinsip pengonversian dari tenaga surya menjadi tenaga listrik melalui sel surya melalui tahapan proses :

1. Absorpsi cahaya dalam semikonduktor
2. Membangkitkan serta memisahkan muatan positif dan negative bebas ke daerah-daerah lain dari sel surya, untuk membangkitkan tegangan dalam sel surya.
3. Memindahkan muatan-muatan yang terpisah tersebut ke terminal-terminal listrik dalam bentuk aliran tenaga listrik.

Ada Beberapa Kekurangan Generator photovoltaik antara lain :

1. Adanya kerugian pantulan pada permukaan sel surya yang tidak dapat dihindari
2. Daya penyerapan yang kurang sempurna
3. Ikatan pada pasangan lubang electron yang kurang sempurna Timbulnya tahanan dalam secara seri yang menyebabkan tambahan kengkung degradasi Suatu factor tegangan [4].



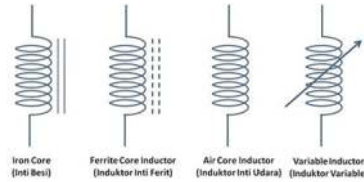
**Gambar 2.** Prinsip Kerja PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya merubah panas yang berasal dari matahari menjadi energy listrik. Charge Controller berfungsi dalam pengisian listrik kedalam batere agar tegangan yang berasal dari modul surya dapat dikontrol sehingga tidak melebihi kapasitas yang seharusnya. [5].

### 2.3 Induktor

Induktor atau dikenal juga dengan Coil adalah Komponen Elektronika Pasif yang terdiri dari susunan lilitan Kawat yang membentuk sebuah Kumparan. Pada dasarnya, Induktor dapat menimbulkan Medan Magnet jika dialiri oleh Arus Listrik. Medan Magnet yang ditimbulkan tersebut dapat menyimpan energi dalam waktu yang relatif singkat. Dasar dari sebuah Induktor adalah berdasarkan Hukum

Induksi Faraday. Kemampuan Induktor atau Coil dalam menyimpan Energi Magnet disebut dengan Induktansi yang satuan unitnya adalah Henry (H).



Gambar 3. Induktor

Nilai Induktansi sebuah Induktor tergantung pada 4 faktor, diantaranya :

- Jumlah Lilitan, semakin banyak lilitannya semakin tinggi Induktansinya
- Diameter Induktor, Semakin besar diameternya semakin tinggi pula induktansinya
- Permeabilitas Inti, yaitu bahan Inti yang digunakan seperti udara dan besi
- Panjang Induktor, semakin pendek induktor makin tinggi induktansinya

Fungsi-fungsi Induktor atau Coil diantaranya adalah dapat menyimpan arus listrik dalam medan magnet, menapis (Filter) Frekuensi tertentu, menahan arus bolak-balik (AC), meneruskan arus searah (DC) dan pembangkit getaran serta melipatgandakan tegangan.

#### 2.4 Prinsip Induksi Elektromagnetik

Timbulnya GGL (gaya Gerak Listrik) pada suatu kumparan mengakibatkan perubahan fluks magnetik atau biasa disebut dengan induksi elektromagnetik. Michael Faraday dalam teorinya membuktikan jika medan magnet yang apabila nilai fluksnya berubah-ubah dapat menghasilkan arus listrik. Berbeda halnya dengan medan magnet yang konstan. Medan magnet yang konstan tidak dapat menghasilkan arus listrik [6].

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya ggl induksi yang dihasilkan, antara lain

- Kecepatan perubahan jumlah fluks magnetic
- Jumlah lilitan
- Medan magnet. GGL induksi akan semakin besar jika gejala kemagnetannya juga besar.

Nilai besaran medan magnet dalam kawat melingkar berarus listrik dapat diketahui dengan menggunakan rumus (1)

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r} \quad (1)$$

Dimana :

$B$  = Besar medan magnet (T)

$\mu_0$  = Permeabilitas ruang hampa  $4\pi \times 10^{-7} T.m/A$

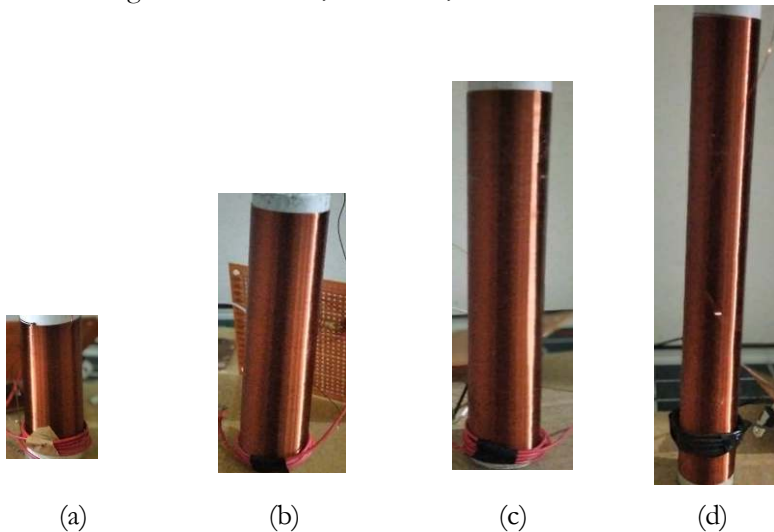
$I$  = Arus Listrik (A)

$N$  = Jumlah lilitan persatuan panjang (m)

$r$  = Jarak ke kawat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lilitan yang digunakan dalam penelitian ini ada 4 macam, yaitu lilitan dengan tinggi 5 cm , 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Dengan jenis kawat tembaga yang digunakan adalah yang berdiameter 0,3 mm. Pipa PVC yang digunakan adalah pipa dengan diameter 1/4 inch. Sehingga jumlah masing-masing lilitan yang dibuat antara lain berjumlah kurang lebih 150 lilitan, 330 lilitan, 450 lilitan dan 600 lilitan.



**Gambar 4.** (a) Induktor 150 lilitan; (b) Induktor 330 lilitan;  
(c) Induktor 450 lilitan; (d) Induktor 600 lilitan

Sumber energi yang akan digunakan untuk membangkitkan tegangan pada coil tesla ini adalah dengan menggunakan energi dari matahari yang selanjutnya akan di konversi oleh sel surya sehingga menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh solar cell inilah yang akan digunakan sebagai input tegangan .



**Gambar 5.** Rangkaian Panel surya yang digunakan sebagai sumber tegangan pada induktor

Pengukuran dilakukan pada masing-masing induktor. Output solar cell sebagai input pada induktor. Pengukuran pada induktor dengan tinggi 5 cm yang berjumlah 150 lilitan terdapat pada tabel. 1.

**Tabel 1.** Induktor dengan tinggi 5 cm, 150 lilitan

| Waktu | Tegangan Solar Cell | Jarak | Daya Lampu |         |         |         |
|-------|---------------------|-------|------------|---------|---------|---------|
|       |                     |       | 5 watt     | 10 watt | 15 watt | 20 watt |
| 8.20  | 12,6 V              | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |
| 09.00 | 12,72 V             | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |
| 11.29 | 13,22 V             | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |
| 12.05 | 13,64 V             | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |
| 13.15 | 13,67               | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |
| 14.00 | 13,50               | 1 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 2 cm  | off        | off     | off     | off     |

| Waktu | Tegangan Solar Cell | Jarak | Daya Lampu |         |         |         |
|-------|---------------------|-------|------------|---------|---------|---------|
|       |                     |       | 5 watt     | 10 watt | 15 watt | 20 watt |
|       |                     | 3 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 4 cm  | off        | off     | off     | off     |
|       |                     | 5 cm  | off        | off     | off     | off     |

Dari data percobaan pada tabel 1, untuk induktor dengan lilitan 5 cm, tidak dapat menghasilkan tegangan wireless yang dapat menghidupkan lampu. Hal ini dikarenakan jumlah lilitan yang hanya berjumlah 150 lilitan.

**Tabel 2.** Induktor dengan tinggi 10 cm, 330 lilitan

| Waktu | Tegangan Solar Cell | Jarak | Daya Lampu |         |         |         |
|-------|---------------------|-------|------------|---------|---------|---------|
|       |                     |       | 5 watt     | 10 watt | 15 watt | 20 watt |
| 8.20  | 12,6 V              | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |
| 09.00 | 12,72 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |
| 11.29 | 13,22 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |
| 12.05 | 13,64 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |
| 13.15 | 13,67               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |
| 14.00 | 13,50               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | off     | off     | off     |

Berdasarkan hasil percobaan pada tabel 2, lilitan dengan tinggi 10 cm dengan jumlah lilitan berjumlah 330 lilitan, dapat menghidupkan lampu dengan daya 5 watt dengan jarak 1-5 cm. Sedangkan untuk lampu dengan daya 10 watt dan 15 watt

hanya dapat on dengan jarak maksimal 4 cm, sedangkan lampu dengan daya 20 watt bisa on dengan jarak maksimal 3 cm. Semakin jauh jarak lampu terhadap lilitan, maka nyala lampu semakin redup.

**Tabel 3.** Induktor dengan tinggi 15 cm, 450 lilitan

| Waktu | Tegangan Solar Cell | Jarak | Daya Lampu |         |         |         |
|-------|---------------------|-------|------------|---------|---------|---------|
|       |                     |       | 5 watt     | 10 watt | 15 watt | 20 watt |
| 8.20  | 12,6 V              | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 09.00 | 12,72 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 11.29 | 13,22 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 12.05 | 13,64 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 13.15 | 13,67               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 14.00 | 13,50               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | off     |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |

Pada induktor dengan tinggi 15 cm dan lilitan yang berjumlah 450, dapat dilihat untuk lampu dengan daya 5 watt ,10 watt dan 15 watt dapat hidup dengan jarak maksimal 5 cm. Sedangkan untuk lampu 20 watt hanya hidup dengan jarak maksimal 4 cm



**Tabel 4.** Induktor dengan tinggi 20 cm, 600 lilitan

| Waktu | Tegangan Solar Cell | Jarak | Daya Lampu |         |         |         |
|-------|---------------------|-------|------------|---------|---------|---------|
|       |                     |       | 5 watt     | 10 watt | 15 watt | 20 watt |
| 8.20  | 12,6 V              | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 09.00 | 12,72 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | off     |
| 11.29 | 13,22 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | on      |
| 12.05 | 13,64 V             | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | on      |
| 13.15 | 13,67               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | on      |
| 14.00 | 13,50               | 1 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 2 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 3 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 4 cm  | on         | on      | on      | on      |
|       |                     | 5 cm  | on         | on      | on      | on      |

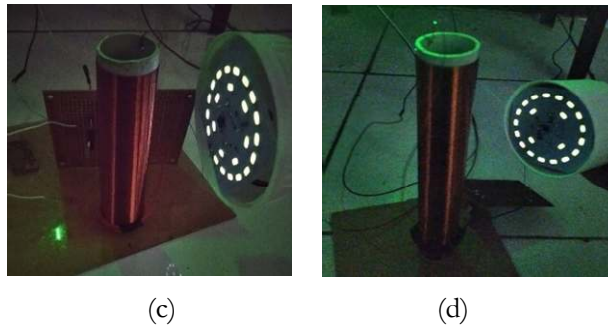
Dengan tinggi lilitan 20 cm dan jumlah lilitan sebanyak 600 lilitan, semua lampu dapat on hingga jarak 5 cm. Walaupun untuk lampu 20 watt cahayanya redup.



(a)



(b)



Gambar 6. (a) Percobaan dengan lampu 5 Watt; (b)Percobaan dengan lampu 10 Watt; (c) Percobaan dengan lampu 15 Watt; (d) Percobaan dengan lampu 20 Watt

Dengan menggunakan rumus (1), kita dapat menghitung besar medan magnet yang di timbulkan oleh kumparan.

**Tabel 7. Besar medan magnet pada saat tegangan 12,6 V**

| Jarak | Jumlah Lilitan              |                              |                             |                             |
|-------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|       | 150 lilitan                 | 330 lilitan                  | 450 lilitan                 | 600 lilitan                 |
| 1 cm  | $53,8824 \times 10^{-7} T$  | $118,54128 \times 10^{-7} T$ | $161,6472 \times 10^{-7} T$ | $215,5296 \times 10^{-7} T$ |
| 2 cm  | $26,9412 \times 10^{-7} T$  | $59,27064 \times 10^{-7} T$  | $86,8236 \times 10^{-7} T$  | $107,7648 \times 10^{-7} T$ |
| 3 cm  | $17,9608 \times 10^{-7} T$  | $39,51376 \times 10^{-7} T$  | $53,8824 \times 10^{-7} T$  | $71,8432 \times 10^{-7} T$  |
| 4 cm  | $13,4706 \times 10^{-7} T$  | $29,63632 \times 10^{-7} T$  | $40,4118 \times 10^{-7} T$  | $53,8824 \times 10^{-7} T$  |
| 5 cm  | $10,77648 \times 10^{-7} T$ | $23,708256 \times 10^{-7} T$ | $32,32944 \times 10^{-7} T$ | $43,10592 \times 10^{-7} T$ |

#### 4. KESIMPULAN

1. Banyak lilitan inductor akan mempengaruhi medan magnet yang dihasilkan, Demikian pula halnya dengan tegangan output solar cell sebagai pemberi tegangan input pada kumparan primer. Semakin tinggi tegangan solar cell, input tegangan pada lilitan juga akan semakin besar. Lilitan dengan jumlah lilitan yang banyak, menghasilkan transfer daya yang lebih tinggi daripada lilitan yang jumlahnya sedikit, hal ini disebabkan besar medan magnet yang lebih besar pada jumlah lilitan yang lebih banyak.
2. Daya lampu yang akan dihidupkan juga berpengaruh terhadap jangkauan transfer daya. Daya lampu yang tinggi memerlukan medan magnet yang lebih tinggi daripada lampu dengan daya yang lebih rendah.
3. Jangkauan transfer daya pada lampu dengan daya yang lebih kecil akan lebih besar daripada jangkauan transfer daya lampu yang lebih besar

## REFERENSI

- [1] P. D. A. Aziz, "A study on wireless power transfer using tesla coil technique," *www.researchgate.net*, 2016. [https://www.researchgate.net/publication/314667306\\_A\\_study\\_on\\_wireless\\_power\\_transfer\\_using\\_tesla\\_coil\\_technique](https://www.researchgate.net/publication/314667306_A_study_on_wireless_power_transfer_using_tesla_coil_technique).
- [2] P. N. Pratama, T. I. Sumaryada, and E. Rustami, "Desain Sistem Transfer Energi Nirkabel Berbasis Tesla Coil," *www.repository.ipb.ac.id*, 2017. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/88883>.
- [3] Iman Permana, "Pengenalan Teknologi Tenaga Surya", Modul siswa SMK PLTS, Modul ET-PLTS-S01-03, PPPPTK, Bandung, Indonesia bekerjasama dengan Kedutaan Besar Belanda. 2008
- [4] Astu Pudjanarsa, "Mesin Konversi Energi", Jakarta, Penerbit Andi. 2013
- [5] Normaliaty, Endah "Kontrol beban Pembangkit Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu menggunakan sistem Fuzzy", Prosiding Seminar Nasional AVOER 9 (ISBN : 978-979-19072-1-7), Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, 29 November 2017. 2017
- [6] Fauzi, Syukriyadin, Mahdi Syukri, " Analisis Besaran Frekuensi Terhadap Daya Listrik Pada Rangkaian Transmisi Listrik Nirkabel", KITEKTRO : Jurnal Online Teknik Elektro, Vol. 3 No. 4, 7-18. 2018